E-ISSN: 2981-1589 | P-ISSN: 2981-1570

Financial and Banking Strategic Studies

www.journal-fbs.ir

Fin. Bank. Stra. Stud. Vol. 1, No. 3 (2023) 195–206.

Paper Type: Original Article

# The Application of Data Envelopment Analysis in Determining Efficient Companies in the Stock Exchange

**Morteza Joshghanizadeh[1,*], Maleeha Sabzevari[1]**

*[1] Department of Industrial Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Joshghanizadeh@yahoo.com.*

***Citation:***

Joshghanizadeh, M, & Sabzevari, M. (2023). The application of data envelopment analysis in determining efficient companies in the stock exchange. *Financial and banking strategic studies, 1*(3), 195-206.

Received: 01/07/2023 Reviewed: 12/09/2023 Revised: 24/10/2023 Accepted: 22/11/2023

## Abstract

In this article, the most efficient companies admitted to the Tehran Stock Exchange are determined by using the data coverage analysis method. This method is examined for companies in three industries: banking, petrochemical, and pharmaceutical, so that the efficient companies in each industry are recognized. Efficient and ineffective companies are identified and ineffective companies are ranked and used to select the optimal stock portfolio among efficient companies. Next, using the ideal planning method, the investment percentage of each company's share in the stock portfolio is calculated. In this method, once only the yield and risk of the share are considered as variables of the model, and another liquidity variable is added to them so that the effect of this variable is also investigated. Finally, the models were evaluated with real data extracted from the financial statements of the relevant companies and the database of the Tehran Stock Exchange, and the results of the research were analyzed.

**Keywords:** Portfolio, Ideal planning, Data envelopment analysis, Return and share risk.

Corresponding Author: Joshghanizadeh@yahoo.com

Financial and Banking Strategic Studies

مطالعات راهبردی مالی و بانکی

دوره ۱، شماره (۳)، (۱۴۰۲)، ۲۰۶-۱۹۵

www.journal-fbs.ir

نوع مقاله: پژوهشی

# کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در تعیین شرکت‌های کارا در بورس اوراق بهادار

مرتضی جوشقانی زاده[۱،*]، ملیحه سبزواری[۱]

[۱] گروه مهندسی صنایع، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

## چکیده

در این مقاله، ابتدا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کاراترین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تعیین می‌گردد. این روش در مورد شرکت‌های حاضر در سه صنعت بانکداری، پتروشیمی و دارویی بررسی می‌گردد تا شرکت‌های کارا در هر صنعت شناخته شوند. شرکت‌های کارا و ناکارا را مشخص، شرکت‌های ناکارا را رتبه‌بندی و برای انتخاب سبد سهام بهینه از بین شرکت‌های کارا استفاده می‌شود. در ادامه با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی درصد سرمایه‌گذاری سهم هر شرکت در سبد سهام محاسبه می‌گردد. در این روش یک‌بار تنها بازده و ریسک سهم به‌عنوان متغیرهای مدل در نظر گرفته می‌شوند و بار دیگر متغیر نقدشوندگی به آن‌ها اضافه می‌شود تا تاثیر این متغیر نیز بررسی گردد. درنهایت، مدل‌ها با داده‌های واقعی استخراج‌شده از صورت‌های مالی شرکت‌های مربوطه و بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار تهران مورد ارزیابی قرار گرفته و نتایج پژوهش حاصل مورد تحلیل قرار گرفت.

**کلیدواژه‌ها:** پورتفولیو، برنامه‌ریزی آرمانی، تحلیل پوششی داده‌ها، ریسک بازده و سهم.

## ۱- مقدمه

توسعه سرمایه‌گذاری از یک‌سو، موجب جذب سرمایه‌های ناکارا و هدایت آن‌ها به بخش‌های مولد اقتصادی شده و از سوی دیگر، با توجه به جهت‌گیری سرمایه‌گذاران مبتنی بر ریسک‌پذیری و بازده، سرمایه‌گذاری‌ها در صنایعی هدایت خواهد شد که از سود بیش‌تر یا ریسک کم‌تری برخوردار است. این امر درنهایت، سبب تخصیص بهینه منابع خواهد شد. هدف اصلی در مدیریت پرتفوی، کمک به سرمایه‌گذار در انتخاب پرتفوی بهینه می‌باشد. در این راستا، تجزیه‌وتحلیل وضعیت حال و گذشته شرکت‌ها و شناسایی کاراترین شرکت‌ها با توجه به برخی از معیارها، کمک بسیار زیادی به سرمایه‌گذاران می‌کند. انتخاب پرتفوی بهینه، یکی از مسایل مهم در گذشته و حال بوده و با پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته، الگوهایی برای تعیین پرتفوی ارایه شده که به‌مرور زمان ایرادهای هرکدام مشخص و الگوی دیگر، جایگزین آن گردیده است. یکی از مشکلات اساسی الگوهای ارایه شده، نادیده گرفتن شاخص‌ها و ابعاد چندگانه برای ارزیابی نهایی پرتفوی سهام می‌باشد که این کاستی، اعتبار نتایج ارزیابی را زیر سوال می‌برد. کاستی دیگری که به این الگوها وارد است، عدم شناسایی دلایل رد یا پذیرفته شدن یک شرکت در پرتفوی بهینه می‌باشد. در تحقیقاتی که تاکنون در زمینه شناسایی عوامل و شاخص‌های موثر بر تعیین پرتفوی بهینه صورت گرفته است، شاخص‌های زیادی هم‌چون نرخ برگشت سرمایه، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود هر سهم و ریسک‌پذیری، شناسایی الگوهای مختلف برای ارزیابی پرتفوی سهام به کار گرفته شده‌اند. در این مقاله، ابتدا بااستفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کاراترین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران تعیین می‌گردد. این روش در مورد شرکت‌های حاضر در سه صنعت بانکداری، پتروشیمی و دارویی بررسی می‌گردد تا شرکت‌های کارا در هر صنعت شناخته شوند. شرکت‌های کارا و ناکارا را مشخص، شرکت‌های ناکارا را رتبه‌بندی و برای انتخاب سبد سهام بهینه از بین شرکت‌های کارا استفاده می‌نماییم. در ادامه با استفاده از روش برنامه‌ریزی آرمانی درصد سرمایه‌گذاری سهم هر شرکت در سبد سهام محاسبه می‌گردد. در این روش یک‌بار تنها بازده و ریسک سهم به‌عنوان متغیرهای

* نویسنده مسئول

Joshghanizadeh@yahoo.com

جوشقانی زاده و سبزواری / مطالعات راهبردی مالی و بانکی، دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه: ۲۰۶-۱۹۵

مدل در نظر گرفته می‌شوند و با دیگر متغیر نقدشوندگی به آن‌ها اضافه می‌شود تا تاثیر این متغیر نیز بررسی گردد. درنهایت، مدل‌ها با داده‌های واقعی استخراج‌شده از صورت‌های مالی شرکت‌های مربوطه و بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار تهران حل و نتایج حاصله مورد تحلیل قرار گرفت [1].

سرمایه‌گذاری نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی دارد. یکی از اهداف اساسی کشورها، دستیابی به رشد اقتصادی و توسعه‌ی پایدار می‌باشد. امروزه حجم قابل‌توجهی از کار مدیران سرمایه‌گذاری و هم‌چنین به‌طور عموم برای سرمایه‌گذاران، ساختن پورتفوی کارآمدی از دارایی‌هاست که اهداف تقاضا را برآورده سازد. مدیران پورتفوی، پول زیادی را برای سهام مختلف در بازار جهانی سرمایه‌گذاری می‌کنند، اما یافتن ترکیبی از سهام با بالاترین بازده، یک چالش قطعی پیش‌روی این مدیران است. یکی از استراتژی‌های سرمایه‌گذاری، ردیابی شاخص است که متشکل از سبد سهامی است که حرکت شاخص را شبیه‌سازی می‌کند؛ چرا که داده‌های تاریخی و تجربه ثابت کرده است که بازار همواره بازده مثبتی در بلندمدت دارد. ردیابی شاخص به‌عنوان یک استراتژی محبوب، به دلیل بازده مثبت و ریسک کم‌تر به‌طور گسترده‌ای توسط مدیران پورتفوی در سال‌های اخیر به کار گرفته می‌شود. برای یافتن این سبد سهام بهینه، دو رویکرد قابل بررسی است: ۱- یافتن دارایی‌هایی که جستجو در فضایی گسسته می‌باشد و ۲- وزن نسبت داده‌شده به دارایی‌های این سبد است که جستجو در فضایی پیوسته می‌باشد [2]. این نوع از مسایل به‌عنوان مسایل حل نشدنی در زمان چندجمله‌ای (*NP-Hard*) شناخته می‌شوند یعنی هیچ الگوریتم قطعی شناخته‌شده‌ای که یک راه‌حل دقیق را در زمان چندجمله‌ای بیابد وجود ندارد. به‌منظور نشان دادن پیچیدگی مساله بهینه‌سازی پورتفوی، شرایطی را که در ادامه مطرح می‌شود، موردبررسی قرار می‌گیرد. اگر هدف پیدا کردن پورتفوی بهینه است که متشکل از ۱۰ دارایی از میان ۱۰۰ دارایی باشد پس تمام ترکیبات ممکن $\binom{100}{10}=1.73\times10^{13}$ خواهد شد که برای هر یک از این ترکیبات، وزن‌های بهینه در فضای حل پیوسته نیز باید پیدا شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود این ترکیب‌ها در فضای حل پیوسته به بی‌نهایت میل خواهند کرد. در نتیجه الگوریتم‌های جستجوی کامل یا دیگر روش‌های سنتی در تحقیق‌درعملیات، برای یافتن راه‌حل بهینه، ناکارآمد می‌باشند یا در بهترین حالت در بهینه محلی گیر خواهند کرد. پژوهش حاضر با هدف ایجاد ترکیبی بهینه از دارایی‌های ردیابی کننده شاخص، به‌منظور کاهش ریسک و بازده مثبت انجام شده است. بدین‌منظور الگوریتم فرا ابتکاری ترکیبی کرم شب‌تاب و ژنتیک برای یافتن این پورتفوی مورد استفاده قرار گرفته است. ازاین‌رو مطالعه حاضر می‌تواند دانش بومی را در خصوص کارایی بازار سرمایه ایران در صنایع بانکداری، دارویی و ... افزایش دهد تا سرمایه‌گذاران بالقوه و بالفعل بتوانند سبد بهینه مناسبی را تهیه کنند.

## ۲- تحلیل پوششی داده‌ها

تحلیل پوششی داده‌ها، یک روش برنامه‌ریزی ریاضی برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که چندین ورودی و چندین خروجی دارند. اندازه‌گیری کارایی به دلیل اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره موردتوجه محققین قرار داشته است. فارل [3] با استفاده از روشی همانند اندازه‌گیری کارایی در مباحث مهندسی به اندازه‌گیری کارایی برای واحد تولیدی اقدام کرد. موردی که فارل برای اندازه‌گیری کارایی مدنظر قرار داد، شامل یک ورودی و یک خروجی بود. چارنز و همکاران [4] دیدگاه فارل را توسعه دادند و الگویی را ارایه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این الگو، تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها نام گرفت و اولین بار در رساله دکترای ادوارد رودز و به راهنمایی کوپر تحت عنوان ارزیابی پیشرفت تحصیلی دانش آموزان مدارس ملی آمریکا در سال ۱۹۷۶ در دانشگاه کارنگی مورد استفاده قرار گرفت. ازآنجاکه این الگو توسط چارنز، کوپر و رودز [4] ارایه گردید، به الگویی که از حروف اول نام سه فرد یاد شده تشکیل شده است، به *CCR* معروف گردید. استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو مشخصه اساسی یعنی ماهیت الگو و بازده به مقیاس الگو می‌باشد که در ادامه به تشریح هر یک پرداخته خواهد شد.

ماهیت الگوی مورد استفاده به شرح زیر می‌باشد:

۱. ماهیت ورودی: درصورتی‌که در فرآیند ارزیابی، با ثابت نگه‌داشتن سطح خروجی‌ها، سعی در حداقل سازی ورودی‌ها داشته باشیم، ماهیت الگوی مورد استفاده ورودی است.
۲. ماهیت خروجی: درصورتی‌که در فرآیند ارزیابی، با ثابت نگه‌داشتن سطح ورودی‌ها، سعی در افزایش سطح خروجی داشته باشیم، ماهیت الگو مورد استفاده خروجی است.

در دیدگاه ورودی، به دنبال به دست آوردن ناکارایی فنی به‌عنوان نسبتی می‌باشیم که بایستی در ورودی‌ها کاهش داده شود تا خروجی، بدون تغییر بماند و واحد در مرز کارایی قرار گیرد. در حالی‌که در دیدگاه خروجی، به دنبال نسبتی هستیم که باید خروجی‌ها افزایش یابند، بدون آن که تغییر در ورودی‌ها به وجود آید تا واحد موردنظر به مرز کارایی برسد. در الگوی *CCR*، مقادیر به‌دست‌آمده برای کارایی در دو دیدگاه مساوی هستند ولی در الگوی *BCC*، این مقادیر متفاوت هستند. علت انتخاب دیدگاه برای یك الگو در ارزیابی نسبی عملکرد واحدها این است که در بعضی موارد، مدیریت واحد هیچ کنترلی بر میزان خروجی ندارد و مقدار آن از قبل مشخص و ثابت است [5]. به عنوان مثال در نیروگاه برق میزان ورودی‌ها، به‌عنوان متغیر تصمیم می‌باشد؛ بنابراین، دیدگاه ورودی مورد استفاده قرار می‌گیرد و برعکس در بعضی از موارد میزان ورودی ثابت و مشخص است و میزان تولید (خروجی) متغیر تصمیم است. در چنین شرایطی، دیدگاه خروجی مناسب می‌باشد. درنهایت انتخاب ماهیت (دیدگاه) ورودی و خروجی، بر اساس میزان کنترل مدیر بر هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها تعیین می‌گردد.

بازده به مقیاس الگوی مورد استفاده: بازده به مقیاس بیانگر پیوند بین تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم می‌باشد. یکی از توانایی‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها، کاربرد الگوهای مختلف متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت و هم‌چنین اندازه‌گیری بازده به مقیاس واحدها است [6]. بازده به مقیاس الگوی مورد استفاده به شرح زیر است:

۱. بازده به مقیاس ثابت یعنی هر مضربی از ورودی‌ها همان مضرب از خروجی‌ها را تولید می‌کند.
۲. بازده به مقیاس متغیر یعنی هر مضربی از ورودی‌ها، می‌تواند همان مضرب از خروجی‌ها یا کم‌تر از آن و یا بیش‌تر از آن را در خروجی‌ها تولید کند. الگوی *BCC*، بازده به مقیاس را متغیر فرض می‌کند.

در این روش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی محاسبه می‌شود. بدین ترتیب که برای مجموعه واحدهای تصمیم‌گیری موجود، چند ورودی و چند خروجی تعریف شده و مقادیر آن‌ها برای هر واحد تصمیم‌گیری محاسبه می‌شود. سپس مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با ایجاد یک فضای مقایسه‌ای بین واحدهای تصمیم‌گیری مرز کارا را تشکیل می‌دهند. هر واحد تصمیم‌گیری که روی مرز قرار داشته باشد، به‌عنوان واحد تصمیم‌گیری کارا شناخته شده و هرکدام که زیر مرز قرار داشته باشد واحد ناکارا است. میزان ناکارایی آن‌ها بر اساس فاصله تا مرز محاسبه می‌شود. تاکنون مدل‌های مختلفی در زمینه تحلیل پوششی داده‌ها ارایه شده است. تجزیه‌وتحلیل تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند به‌صورت ورودی‌محور یا خروجی‌محور باشد [7]، [8]. در این مقاله جهت ارزیابی واحدهای تصمیم‌گیری از مدل *BCC* اصلاح شده ورودی‌محور استفاده می‌کنیم. این مدل به‌صورت **رابطه (۱)** می‌باشد.

$$
\begin{aligned}
&Min \quad \theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right),\\
&s.t.\\
&\qquad \sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i\circ}, \qquad i=1,2,\ldots,m,\\
&\qquad \sum_{j=1}^{n}\lambda_j y_{rj} - s_r^+ = \theta y_{r\circ}, \qquad r=1,2,\ldots,s,\\
&\qquad \sum_{j=1}^{n}\lambda_j = 1,\\
&\qquad \lambda_j \geq 1, \qquad\qquad j=1,2,\ldots,n.
\end{aligned}
\tag{۱}
$$

پارامترهای استفاده شده در رابطه بالا عبارتند از:

$\theta$: کارایی واحد موردبررسی.

$s_i^-$ و $s_r^+$ : متغیرهای کمبود و مازاد.

$x_{ij}$: مقدار ورودی *ith* از واحد *jth*.

$y_{ij}$: مقدار خروجی *ith* از واحد *jth*.

لازم به ذکر است که در رابطه بالا اگر $\theta^* = 1$ باشد؛ واحد موردبررسی کارا می‌باشد و اگر $\theta^* < 1$ باشد واحد موردبررسی ناکاراست. هم‌چنین $\varepsilon$ یک مقدار بسیار کوچک می‌باشد.



## ۳- برنامه‌ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی یکی از مهم‌ترین مدل‌های برنامه‌ریزی چند هدفه است و ازجمله مدل‌های اساسی است که تصمیم‌گیرنده هم‌زمان درصدد دستیابی به آرمان‌هایی برای چندین هدف می‌باشد. مسایل برنامه‌ریزی آرمانی مانند سایر مسایل می‌توانند به‌صورت خطی، غیرخطی و یا اعداد صحیح فرموله شده، انواع مختلفی را از خانواده مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی ارایه نمایند [9]. فرم کلی مدل برنامه‌ریزی آرمانی به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned}
&Min \quad z=\sum_{k=1}^{q}\sum_{i=1}^{m} p_k\left(d_i^- + d_i^+\right),\\
&s.t.\\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_j + d_i^- - d_i^+ = b_i, \qquad i=1,2,...,m,\\
&\qquad \sum_{j=1}^{n} a_{rj}x_j \le b_r, \qquad r=\circ,1,2,...,s,\\
&\qquad x_j, d_i^+, d_i^- \ge \circ, \qquad i=1,2,...,m, \qquad j=1,2,...,n.
\end{aligned} \tag{۲}$$

که در این مدل

$x_j$ : بیانگر متغیرهای تصمیم مدل بوده که می‌تواند هر عدد حقیقی غیر منفی را اختیار کند.

$d_i^+$ و $d_i^-$ : متغیرهای انحراف مثبت و منفی از آرمان $ith$ را نشان می‌دهد.

$b_i$: عدد سمت راست یا سطح تمایل آرمان $ith$ را بیان می‌دارد.

$P_k$ : اولویت $kth$ $(k=1,2,\ldots,q)$ آرمان را مشخص می‌کند.

$a_{rj}$ : ضرایب فنی مدل را ارایه می‌کند.

$C_{ij}$: ضرایب متغیرهای تصمیم j ام در آرمان i را نشان می‌دهد.

$b_r$: اعداد سمت راست محدودیت‌های کارکردی.

این مدل دارای $n$ متغیر تصمیم، $m$ آرمان، $k$ اولویت و $S$ محدودیت کارکردی می‌باشد. روابط ریاضی موجود در مدل خطی و از درجه یک است [8].

## ۴- محاسبه داده‌ها

در این پژوهش متغیرهای تحلیل پوششی داده‌ها و متغیرهای برنامه‌ریزی آرمانی عبارتند از:

۱. متغیرهای ورودی : میزان دارایی، میزان سرمایه.
۲. متغیرهای خروجی: حاشیه سود خالص، میزان بازده دارایی، میزان بازده حقوق صاحبان سهام.
۳. بازده سهام، ریسک سهم و میزان نقد شوندگی سهم.

آرمان‌ها در این پژوهش، بیشینه کردن دو متغیر بازده و نقد شوندگی و کمینه کردن متغیر ریسک می‌باشد.

جوشقانی زاده و سبزواری/ مطالعات راهبردی مالی و بانکی، دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه: ۲۰۶-۱۹۵

بنابراین با توجه به متغیرهای تحقیق تعریف عملیاتی زیر را در نظر می‌گیریم:

۱. دارایی: میزان دارایی هر شرکت از سمت راست ترازنامه سال مالی منتهی به ۱۴۰۱/۱۲/۲۹ استخراج می‌شود. طبق معادله حسابداری دارایی برابر است با مجموع حقوق صاحبان سهام و بدهی.
۲. سرمایه: سرمایه هر شرکت از سمت راست ترازنامه سال مالی منتهی به ۱۴۰۱/۱۲/۲۹ در بخش حقوق صاحبان سهام قسمت سرمایه ثبت شده، استخراج می‌گردد.
۳. کل درآمدها / سود خالص = حاشیه سود.
۴. میزان بازده دارایی: این متغیر توسط فرمول "مجموع دارایی‌ها / سود خالص = نسبت بازده دارایی" محاسبه می‌گردد.
۵. میزان بازده حقوق صاحبان سهام: این متغیر از فرمول "حقوق صاحبان سهام / سود خالص = بازده حقوق صاحبان" قابل محاسبه می‌باشد.

متغیر وابسته در این تحقیق نیز، عملکرد و کارایی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنایع منتخب می‌باشد.

### ۴-۱- بازده یک مجموعه سرمایه‌گذاری

بازده یک مجموعه سرمایه‌گذاری، میانگین موزون بازده سهام مختلف است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$R_P = X_a R_a + X_b R_b + \cdots$$

در این رابطه، $R_P$ بازده مجموعه، $X_a$ و $X_b$ درصد سرمایه‌گذاری در سهام $a$ و $b$ و $R_a$، $R_b$ بازده سهام $a$ و $b$ می‌باشند.

بازده مورد انتظار هر پرتفلیو، از طریق میانگین وزنی بازده مورد انتظار هر یک از اوراق بهادار به‌آسانی قابل محاسبه است. وزن‌هایی که برای میانگین مورد استفاده قرار می‌گیرد، نسبت‌هایی از وجوه قابل سرمایه‌گذاری است که در هر یک از اوراق بهادار سرمایه‌گذاری شده‌اند. وزن‌های ترکیب شده عبارت است از مجموع ۱۰۰% کل وجوه قابل سرمایه‌گذاری. بازده مورد انتظار پرتفلیو به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E(R_P) = \sum_{i=1}^{n} w_i \, E(R_i). \qquad (۳)$$

که در این معادله داریم

۱. $E(R_P)$ بازده مورد انتظار پرتفلیو.
۲. $E(R_i)$ بازده مورد انتظار اوراق بهادار $i$.
۳. $w_i$ وزن پرتفلیو برای $i$ امین اوراق بهادار.

### ۴-۲- ریسک یک مجموعه سرمایه‌گذاری

ریسک پرتفلیو تابعی است از ریسک هر یک از اوراق بهادار و کواریانس میان بازده هر یک از اوراق بهادار. این مفهوم به‌صورت زیر نشان داده شده است:

$$E\delta_P^2 = \textstyle\sum_{i=1}^{n} w_i^2 \, \delta_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j \, \delta_{ij} \, ,$$

$$\delta_P^2 = \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \, \delta_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j \, \rho_{ij} \delta_i \delta_j \, , \qquad (۴)$$

$$\rho_{ij} = \frac{\delta_{ij}}{\delta_i \delta_j}.$$

که در این رابطه

$\delta_P^2$: واریانس بازده پرتفوی.

$\delta_i^2$ : واریانس بازده اوراق بهادار $i$.

$\delta_{ij}$ : کواریانس میان بازده‌های اوراق بهادار $i$ و $j$ .

$\rho_{ij}$ : ضریب همبستگی میان بازده‌های اوراق بهادار $i$ و $j$ .

$w_i$ و $w_j$: درصد وجوه سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار $i$ و $j$ .



برای اندازه‌گیری ریسک هر اوراق بهاداری، از واریانس بازده‌های مورد انتظار استفاده شده است. برای محاسبه واریانس یا انحراف معیار مورد انتظار یک اوراق بهادار از معادله‌های زیر می‌توان استفاده نمود:

$$VAR(R) = \delta^2 = \sum_{i=1}^{n}\left(R_i - E(R)\right)^2 Pr_i \,,$$
$$SD(R) = \delta = \left[\sum_{i=1}^{m}\left(R_i - E(R)\right)^2 Pr_i\right]^{1/2}, \quad (۵)$$

که در این معادله

$E(R)$:بازده مورد انتظار اوراق بهادار.

$R_i$: $ith$ بازده ممکن.

$Pr_i$: احتمال $ith$ بازده ممکن.

$m$: تعداد بازده‌های ممکن.

$w_i$ : وزن پرتفلیو برای $ith$ اوراق بهادار.

## ۴-۳- مدل تحلیل پوششی داده‌ها

تابع هدف مدل تحلیل پوششی داده‌ها را بر مبنای متغیر که بیانگر کارایی هر واحد می‌باشد بیان می‌شود. در صورتی‌که این متغیر یک باشد واحد کارا و در غیر این صورت واحد ناکارا می‌باشد. پس از تعریف تابع هدف مساله محدودیت‌های ورودی مربوط به میزان دارایی و سرمایه را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم [10]–[12]:

۱. محدودیت دارایی:

$$A_1\lambda_1 + \cdots + A_n\lambda_n - A_j\theta \le 0.$$

که در آن $\lambda_i$، $ith$ واحد تصمیم‌گیری، $A_i, i = 1, \ldots, n$ میزان دارایی هر واحد به میلیارد ریال و $A_j$ میزان دارایی $jth$ واحد تصمیم‌گیری می‌باشند. با توجه به این‌که مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای هر صنعت به تفکیک به کار رفته است، قسمت اول مدل برای سه صنعت بانکداری، پتروشیمی و دارویی به ترتیب با ارقام مربوطه برای اولین واحد تصمیم‌گیری در هر صنعت، به‌صورت زیر می‌باشد:

بانکداری
$$181\lambda_1 + 221\lambda_2 + 312\lambda_3 + 509\lambda_4 + 181\lambda_6 + 221\lambda_7 + 312\lambda_8 - 181\theta \le 0.$$

پتروشیمی
$$1314227\lambda_1 + 2555502\lambda_2 + \cdots + 5255194\,\lambda_{11} - 1314227\theta \le 0.$$

دارویی
$$1509\lambda_1 + 1667\lambda_2 + \cdots + 356\,\lambda_{24} + 469\,\lambda_{24} - 1509\theta \le 0.$$

۲. محدودیت سرمایه:

$$B_1\lambda_1 + \cdots + B_n\lambda_n - B_j\theta \le 0.$$

که در آن $B_i, i = 1, \ldots, n$ سرمایه $ith$ واحد تصمیم‌گیری، $B_j$ میزان دارایی هر واحد به میلیارد ریال و $B_j$ میزان سرمایه $jth$ واحد تصمیم‌گیری می‌باشند.

جوشقانی زاده و سبزواری / مطالعات راهبردی مالی و بانکی، دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه: ۲۰۶-۱۹۵

بانکداری $8000\lambda_1 + 13200\lambda_2 + \cdots .. + 20000\lambda_7 + 45000\lambda_8 - 8000\theta \leq 0.$

پتروشیمی $160000\lambda_1 + 300000\lambda_2 + \cdots + 950000\lambda_{11} - 160000\theta \leq 0.$

دارویی $378\lambda_1 + 150\lambda_2 + \cdots + 35\ \lambda_{24} + 40\ \lambda_{24} - 378\ \theta \leq 0.$

محدودیت‌های خروجی نیز بدین شرح می‌باشد:

۱. محدودیت بازده حقوق صاحبان سهام:

$$C_1\lambda_1 + C_2\lambda_2 \ldots + C_n\lambda_n - C_j \geq 0.$$

که در آن $C_i$ بازده حقوق صاحبان سهام $ith$ واحد تصمیم‌گیری و $C_j$ بازده حقوق صاحبان سهام $jth$ واحد کارایی می‌باشد. این محدودیت برای سه صنعت انتخابی به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

بانکداری $1.92\lambda_1 + 1.82\lambda_2 + \cdots .. +0.68\ \lambda_7 + 4.46\lambda_8 \geq 1.92.$

پتروشیمی $33.99\ \lambda_1 + 20.57\ \lambda_2 + \cdots + 42.71\lambda_{11} \geq 33.99.$

دارویی $32.31\ \lambda_1 + 37.31\ \lambda_2 + \cdots + 44.89\lambda_{23} + 20.07\ \lambda_{24} \geq 32.31.$

۲. محدودیت بازده دارایی‌ها:

$$D_1\lambda_1 + D_2\lambda_2 \ldots + D_n\lambda_n \geq D_j.$$

که در آن $D_i$ بازده دارایی‌های $ith$ واحد تصمیم‌گیری و $D_j$ بازده دارایی‌های $jth$ واحد کارایی می‌باشد. این محدودیت برای سه صنعت انتخابی به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

بانکداری $28.97\ \lambda_1 + 25.77\lambda_2 + \cdots .. +18.51\ \lambda_7 + 39.43\lambda_8 \geq 28.97.$

پتروشیمی $11.04\ \lambda_1 + 6\ \lambda_2 + \cdots + 21\ \lambda_{11} + 19.29\lambda_{11} \geq 33.99.$

دارویی $16\ \lambda_1 + 14.26\ \lambda_2 + \cdots + 11.08\ \lambda_{23} + 3.05\ \lambda_{24} \geq 16.$

۳. محدودیت حاشیه سود خالص:

$$E_1\lambda_1 + E_2\lambda_2 \ldots + E_n\lambda_n \geq E_j.$$

که در آن $E_i$ حاشیه سود خالص $ith$ واحد تصمیم‌گیری و $E_j$ حاشیه سود خالص $jth$ واحد کارایی می‌باشد. این محدودیت برای سه صنعت انتخابی به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

بانکداری $41.74\ \lambda_1 + 11.05\ \lambda_2 + \cdots .. + 8.53\ \lambda_7 + 30\ \lambda_8 \geq 411.74.$

پتروشیمی $16.01\ \lambda_1 + 10.7\ \lambda_2 + \cdots + 0.15\ \lambda_{10} + 32.48\ \lambda_{11} \geq 16.01.$

دارویی $21.66\ \lambda_1 + 23.27\ \lambda_2 + \cdots + 11.61\ \lambda_{24} + 5.92\ \lambda_{25} \geq 21.66.$

## ۴-۴- مدل برنامه‌ریزی آرمانی

پس از شناسایی شرکت‌های کارا، شامل ۱۲ شرکت طبق **شکل ۵** تا **شکل ۸**، به انتخاب سبد مناسب سهام از بین این شرکت‌ها می‌پردازیم. در رویکرد اول تنها آرمان‌های بازده و ریسک در مدل آورده می‌شوند. در رویکرد دوم نقد شوندگی نیز به آن اضافه می‌گردد. تابع هدف در این مدل به‌صورت زیر می‌باشد:

$$min : p_1d_1 + p_2d_2 + p_3d_3.$$

که در آن $d_1$، $d_2$ و $d_3$ به ترتیب میزان انحراف بازده مورد انتظار، ریسک و نقدشوندگی از مقدار مورد انتظار و $p_1$، $p_2$ و $p_3$ ضرایب اهمیت هرکدام از این متغیرها در انتخاب سبد می‌باشند.

محدودیت بازده:

$$\sum_{i=1}^{n} R_i x_i \; + \; d_1^- - d_1^+ = r_e \, ,$$

که در آن $x_i$ درصد سرمایه‌گذاری هر سهم در سبد سهام و $R_i$ میانگین هندسی بازده سه سال آخر هر سهم و $r_e$ میانگین حسابی بازده سهم شرکت‌های کارا می‌باشد. $d_1^-$ و $d_1^+$ میزان انحراف بازده کل از بازده مورد انتظار سبد می‌باشد.

$$18.75 \; x_1 + \; 22.82 \; x_2 + \cdots + 19.36 \; x_{11} + \; d_1^- - d_1^+ = 17.34.$$

محدودیت ریسک:

$$\sum_{i=1}^{n} \delta_i x_i \; + \; d_2^- - d_2^+ = \delta_e.$$

که در آن $\delta_i$ میزان انحراف معیار سه سال آخر هر سهم و $\delta_e$ میانگین حسابی انحراف معیار شرکت‌های کارا می‌باشد. $d_2^-$ و $d_2^+$ میزان انحرافات می‌باشد.

$$5.43 \; x_1 + \; 6.18 \; x_2 + \cdots + 7.60 \; x_{12} + \; d_2^- - d_2^+ = 4.6.$$

محدودیت نقد شوندگی:

$$\sum_{i=1}^{n} L_i x_i \; + \; d_3^- - d_3^+ = L_e.$$

که در آن $L_i$ رتبه نقدشوندگی هر سهم و $L_e$ میانگین حسابی رتبه نقدشوندگی شرکت‌های کارا و $d_3^-$ و $d_3^+$ میزان انحرافات می‌باشد.

$$80 \;\; x_1 + \; 100 \; x_2 + \cdots + 9 \; x_{12} + \; d_3^- - d_3^+ = 43.58.$$

محدودیت سیستمی: این محدودیت مربوط به مجموع درصد سرمایه‌گذاری سهام شرکت‌های مختلف در سبد سهام است که به‌صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1.$$

این محدودیت در دو رویکرد به‌صورت زیر بسط داده می‌شود:

$$x_1 + x_2 + \cdots + x_{12} = 1.$$

## ۵- شبیه‌سازی

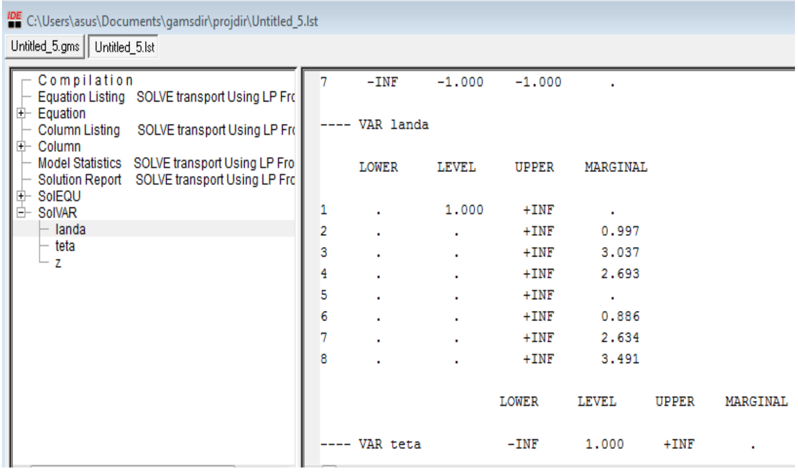
با حل مدل‌های ارایه شده در بخش‌های قبل با استفاده از نرم‌افزار گمز نتایج **شکل ۱** تا **شکل ۸** حاصل می‌گردد.

| سهام | متغیر |
|---|---|
| پارس دارو | x۱ |
| تهران شیمی | x۲ |
| دارو ابوریحان | x۳ |
| ایران دارو | x۴ |
| تهران دارو | x۵ |
| پتروشیمی بیستون | x۶ |
| پتروشیمی پردیس | x۷ |
| پتروشیمی فارابی | x۸ |
| بانک اقتصاد نوین | x۹ |
| بانک پارسیان | x۱۰ |
| بانک کارآفرین | x۱۱ |
| بانک سینا | x۱۲ |

**شکل ۱- متغیرهای تصمیم.**

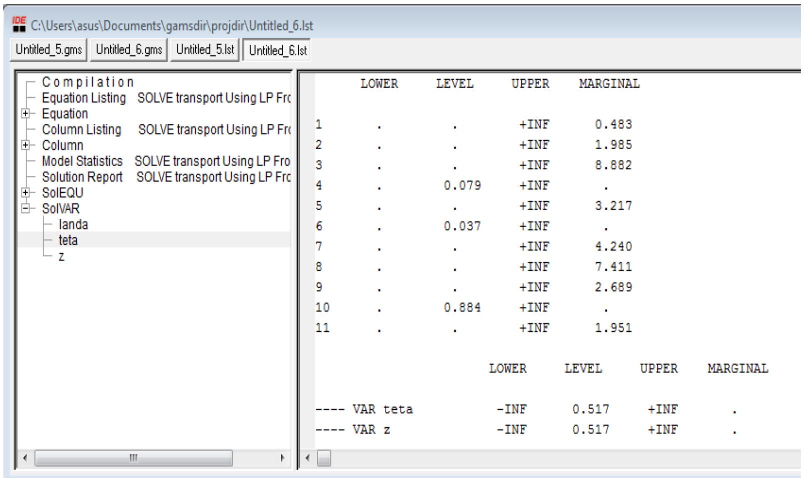
**Figure 1- Decision variables.**

جوشقانی زاده و سبزواری/ مطالعات راهبردی مالی و بانکی، دوره ۱، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحه: ۲۰۶-۱۹۵



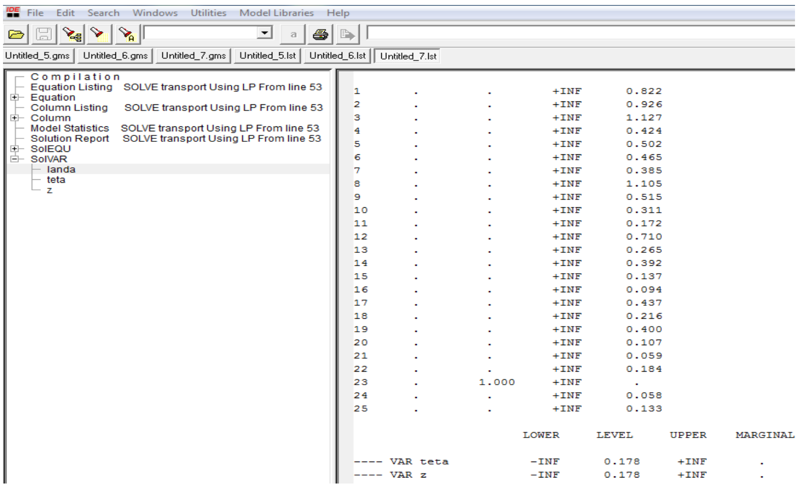

شکل ۲- خروجی گمز برای اولین واحد در صنعت بانکداری.

**Figure 2- GAMS output for the first unit in the banking industry.**




شکل ۳- خروجی گمز برای اولین واحد در صنعت پتروشیمی.

**Figure 3- GAMS output for the first unit in the petrochemical industry.**




شکل ۴- خروجی گمز برای اولین واحد در صنعت دارویی.

**Figure 4- GAMS output for the first unit in the pharmaceutical industry.**

| صنعت بانکداری | | ادامه صنعت دارویی | |
|---|---|---|---|
| DMU | θ | DMU | θ |
| بانک اقتصاد نوین | ۱.۰۰۰۰۰۰ | کارخانجات داروپخش | ۰.۰۶۰۰۰۰ |
| بانک پارسیان | ۱.۰۰۰۰۰۰ | البرزدارو | ۰.۰۱۳۸۰۰ |
| بانک پاسارگاد | ۰.۳۹۵۷۱۴۲ | دارو رازک | ۰.۱۳۰۰۰۰ |
| بانک تجارت | ۰.۲۲۸۵۷۱۴ | دارو اسوه | ۰.۱۲۰۰۰۰ |
| بانک سینا | ۱.۰۰۰۰۰۰ | مواد داروپخش | ۰.۲۰۵۰۰۰ |
| بانک صادرات ایران | ۰.۱۷۴۶۲۶۷ | دارو اکسیر | ۰.۰۶۶۰۰۰ |
| بانک ملت | ۰.۲۰۰۰۰۰۰ | کیمیدارو | ۰.۲۱۰۰۰۰ |
| بانک کارآفرین | ۱.۰۰۰۰۰۰ | پارس دارو | ۱.۰۰۰۰۰۰ |
| **صنعت پتروشیمی** | | سینا دارو | ۰.۲۷۸۰۰۰ |
| پتروشیمی آبادان | ۰.۴۵۷۱۱۲۵ | تهران شیمی | ۱.۰۰۰۰۰۰ |
| پتروشیمی اصفهان | ۰.۵۳۰۷۳۷۶ | داروسازی کوثر | ۰.۱۹۰۰۰۰ |
| پتروشیمی امیرکبیر | ۰.۱۱۶۷۳۹۵ | دارو زهراوی | ۰.۱۵۰۰۰۰ |
| پتروشیمی بیستون | ۱.۰۰۰۰۰۰ | سبحان دارو | ۰.۳۰۰۰۰۰ |
| پتروشیمی پردیس | ۱.۰۰۰۰۰۰ | روز دارو | ۰.۳۳۶۰۰۰ |
| پتروشیمی خارک | ۰.۸۰۸۵۴۹۳ | دارو ابوریحان | ۱.۰۰۰۰۰۰ |
| پتروشیمی زاگرس | ۰.۶۰۹۴۹۱۴ | دارو عبیدی | ۰.۱۸۰۰۰۰ |
| پتروشیمی شازند | ۰.۶۰۹۶۷۹۰ | دارو لقمان | ۰.۱۲۸۰۰۰ |
| پتروشیمی شیراز | ۰.۵۱۵۵۷۸۲ | دارو امین | ۰.۲۵۱۰۰۰ |
| پتروشیمی فارابی | ۱.۰۰۰۰۰۰ | فرآورده تزریقی | ۰.۳۴۰۰۰۰ |
| پتروشیمی فن آوران | ۰.۵۸۹۷۸۹۶ | دارو داملران رازک | ۰.۲۶۴۰۰۰ |
| **صنعت دارویی** | | ایران دارو | ۱.۰۰۰۰۰۰ |
| دارو جابرابن حیان | ۰.۲۱۰۰۰۰ | شیمی داروپخش | ۰.۳۰۶۰۰۰ |
| دارو فارابی | ۰.۰۸۱۰۰۰ | تهران دارو | ۱.۰۰۰۰۰۰ |

**شکل ۵- میزان کارایی شرکت‌ها.**

**Figure 5- The level of efficiency of companies.**

| صنعت بانکداری | | | |
|---|---|---|---|
| بانک اقتصاد نوین | کارا | بانک سینا | کارا |
| بانک پارسیان | کارا | بانک صادرات ایران | ناکارا |
| بانک پاسارگاد | ناکارا | بانک ملت | ناکارا |
| بانک تجارت | ناکارا | بانک کارآفرین | کارا |

**شکل ۶- وضعیت کارایی شرکت‌های موردمطالعه در صنعت بانکداری.**

**Figure 6- Efficiency status of the studied companies in the banking industry.**

| صنعت پتروشیمی | | | |
|---|---|---|---|
| پتروشیمی آبادان | ناکارا | پتروشیمی زاگرس | ناکارا |
| پتروشیمی اصفهان | ناکارا | پتروشیمی شازند | ناکارا |
| پتروشیمی امیرکبیر | ناکارا | پتروشیمی شیراز | ناکارا |
| پتروشیمی بیستون | کارا | پتروشیمی فارابی | کارا |
| پتروشیمی پردیس | کارا | پتروشیمی فن آوران | ناکارا |
| پتروشیمی خارک | ناکارا | | |

**شکل ۷- وضعیت کارایی شرکت‌های موردمطالعه در صنعت پتروشیمی.**

**Figure 7- Efficiency status of the studied companies in the petrochemical industry.**

| صنعت دارویی | | | |
|---|---|---|---|
| دارو جابرابن حیان | ناکارا | دارو زهراوی | ناکارا |
| دارو فارابی | ناکارا | سبحان دارو | ناکارا |
| کارخانجات داروپخش | ناکارا | روز دارو | ناکارا |
| البرزدارو | ناکارا | دارو ابوریحان | کارا |
| دارو رازک | ناکارا | دارو عبیدی | ناکارا |
| دارو اسوه | ناکارا | دارو لقمان | ناکارا |
| مواد داروپخش | ناکارا | دارو امین | ناکارا |
| دارو اکسیر | ناکارا | فرآورده تزریقی | ناکارا |
| کیمیدارو | ناکارا | دارو داملران رازک | ناکارا |
| پارس دارو | کارا | ایران دارو | کارا |
| سینا دارو | ناکارا | شیمی داروپخش | ناکارا |
| تهران شیمی | کارا | تهران دارو | کارا |
| داروسازی کوثر | ناکارا | | |

**شکل ۸- وضعیت کارایی شرکت‌های موردمطالعه در صنعت دارویی.**

**Figure 8- The state of efficiency of the studied companies in the pharmaceutical industry.**

## ۶- نتیجه‌گیری

رویکرد اول: از بین شرکت‌های کارای موجود در سه صنعت منتخب (شامل ۱۲ شرکت) با توجه به آرمان‌های بازده و ریسک، به تعیین درصد سرمایه‌گذاری هر سهم در سبد پرداخته شد. نتایج به‌صورت **شکل ۹** و **شکل ۱۰** است.

| سهم | متغیر | درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم |
|---|---|---|
| تهران شیمی | $x_{۲}$ | ٪۳۸.۷ |
| بانک اقتصاد نوین | $x_{۹}$ | ٪۵۵.۷ |
| بانک پارسیان | $x_{۱۰}$ | ٪۵.۵ |

**شکل ۹- درصد سرمایه‌گذاری هر سهم در رویکرد اول.**
**Figure 9- The investment percentage of each share in the first approach**.

رویکرد دوم: در این حالت کمیت نقدشوندگی علاوه بر دو کمیت دیگر به مدل اضافه می‌شود که نتایج در **شکل ۱۰** ارائه شده است.

| سهم | متغیر | درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم |
|---|---|---|
| پارس‌دارو | $x_{۱}$ | ٪۴۶.۱ |
| پتروشیمی فارابی | $x_{۸}$ | ٪۴۵.۶ |
| بانک کارآفرین | $x_{۱۱}$ | ٪۱.۵ |
| بانک سینا | $x_{۱۲}$ | ٪۶.۸ |

**شکل ۱۰- درصد سرمایه‌گذاری هر سهم در رویکرد دوم.**
**Figure 10 - Investment percentage of each share in the second approach**.

بحث خرید سهام و تشکیل پرتفوی از مباحث بسیار مهم مدیریت می‌باشد برای انتخاب بهینه استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و بهینه‌سازی ریاضی ابزاری مناسب جهت انتخاب پرتفوی و مدیریت آن است. شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صندوق‌ها و ... که عمده فعالیت آن‌ها تشکیل پرتفوی است، می‌توانند ابتدا استراتژی خود را تعیین و سپس آن را به قیدهای مختلف تفکیک کرده و با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی به انتخاب پرتفوی خود بپردازند [13]. استفاده از پرتفوی شرکت‌های کارا برای سرمایه‌گذاری منجر به کاهش خطر سرمایه‌گذاری و انتخاب پرتفوی مناسب می‌گردد. هم‌چنین با استفاده از نتایج الگو می‌توان پس از رتبه‌بندی شرکت‌ها به تحلیل حساسیت آن‌ها پرداخته و با تعیین نقاط ضعف و شناخت میزان تاثیر متغیرها، جهت بالا بردن سطح کارایی شرکت‌ها اقدام نمایند.

## تشکر و قدردانی

از داوران این نشریه که در جهت غنای کار نظرهای کاربردی داده‌اند، سپاسگزاریم.

## تعارض با منافع

نویسندگان در نگارش این اثر هیچ تعارض منافعی ندارند.

## منابع

[1] Yang, W., Cai, L., Edalatpanah, S. A., & Smarandache, F. (2020). Triangular single valued neutrosophic data envelopment analysis: Application to hospital performance measurement. *Symmetry*, *12*(4), 588. DOI:10.3390/SYM12040588

[2] Arasu, B. S., Kannaiah, D., Nancy Christina, J., & Shabbir, M. S. (2021). Selection of variables in data envelopment analysis for evaluation of stock performance. *Management and labour studies*, *46*(3), 337–353. DOI:10.1177/0258042X211002511

[3] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the royal statistical society series A: statistics in society*, *120*(3), 253–281.

[4] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, *2*(6), 429–444.

[5] Powers, J., & McMullen, P. (2000). Using data envelopment analysis to select efficient large market cap securities. *Journal of business and management*, *7*(2), 31–42. http://www.joydivisionman.com/vita/jbam2.pdf

[6] Haslem, J. A., & Scheraga, C. A. (2006). Data envelopment analysis of morningstar's small-cap mutual funds. *The journal of investing*, *15*(1), 87–92. DOI:10.3905/joi.2006.616858

[7] Baihaqi, I., Lazakis, I., & Supomo, H. (2024). A novel shipyard performance measurement approach through an integrated Value Engineering and Risk Assessment (VENRA) framework using a hybrid MCDM tool. *Proceedings of the institution of mechanical engineers part m: journal of engineering for the maritime environment*, 14750902231219532. DOI:10.1177/14750902231219533

[8] Bowlin, W. F. (1999). An analysis of the financial performance of defense business segments using data envelopment analysis. *Journal of accounting and public policy*, *18*(4–5), 287–310. DOI:10.1016/S0278-4254(99)00018-6

[9] Edalatpanah, S. A., Godarzi Karim, R., Khalilian, B., & Partouvi, S. (2020). Data envelopment analysis and efficiency of firms: a goal programing approach. *Innovation management and operational strategies*, *1*(1), 1-16. (**In Persian**). https://www.journal-imos.ir/article_122018.html?lang=en

[10] Mousavi Arab, S. A., Homayounfar, M., & Ajalli, M. (2022). Balanced performance evaluation of B2C online stores with using a hybrid fuzzy ANP and fuzzy WASPAS approach. *Journal of decisions and operations research*, *6*(Spec. Issue), 1–14. (**In Persian**). https://www.journal-dmor.ir/article_140799.html?lang=en

[11] Donyavi Rad, M., Sadeh, E., Amini Sabegh, Z., & Ehtesham Rasi, R. (2023). Introducing a fuzzy robust integrated model for optimizing humanitarian supply chain processes. *Journal of applied research on industrial engineering*, *10*(3), 427–453.

[12] Maghbouli, M., & Yekta, A. P. (2023). Undesirable input in production process: a DEA-based approach. *Journal of operational and strategic analytics*, *1*(2), 46–54. DOI:10.56578/josa010201

[13] Jing, D., Imeni, M., Edalatpanah, S. A., Alburaikan, A., & Khalifa, H. A. E. W. (2023). Optimal selection of stock portfolios using multi-criteria decision-making methods. *Mathematics*, *11*(2), 415. DOI:10.3390/math11020415